

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

Objective lens for optical pick-up head of optical disk drivePatent Number: US5777803

Publication date: 1998-07-07

Inventor(s): CHANG TSUNG-KAI (TW); JU JAU-JIU (TW); YANG TSUNG-MING (TW)

Applicant(s): IND TECH RES INST (TW)

Requested Patent: JP9230114

Application Number: US19960605915 19960223

Priority Number(s): US19960605915 19960223

IPC Classification: G02B13/18; G02B3/08

EC Classification: G02B3/10, G11B7/135F

Equivalents:

Abstract

An objective lens for an optical disk drive is disclosed. The objective lens comprises four portions each having a aspherical surface for focusing a light beam of a designated wavelength to a designated focal point. The first portion has a first aspherical surface that focuses the light beam to a first focal point. The second portion has a second aspherical surface that focuses the light beam to a second focal point. The third portion has a third aspherical surface featuring the same surface curvature characteristics as that of the first aspherical surface and focuses the light beam to the first focal point. And, the fourth portion has a fourth aspherical surface featuring the same surface curvature characteristics as that of the second aspherical surface and focuses the light beam to the second focal point. The objective lens can be made as a single-piece lens that suffers no energy loss for either focusing.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-230114

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	3/10	G 0 2 B	3/10	
	5/32		5/32	
	13/18		13/18	
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B	7/135	A

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-116696
 (22)出願日 平成8年(1996)5月10日
 (31)優先権主張番号 08/605915
 (32)優先日 1996年2月23日
 (33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390023582
 財団法人工業技術研究院
 台湾新竹縣竹東鎮中興路四段195號
 (72)発明者 朱朝居
 台湾新竹縣竹東鎮中興路二段478-5號
 (72)発明者 楊聰明
 台湾基隆市劉銘傳路104巷90號
 (72)発明者 張宗凱
 台湾新竹縣竹東鎮自強路46號4樓
 (74)代理人 弁理士 磯野道造

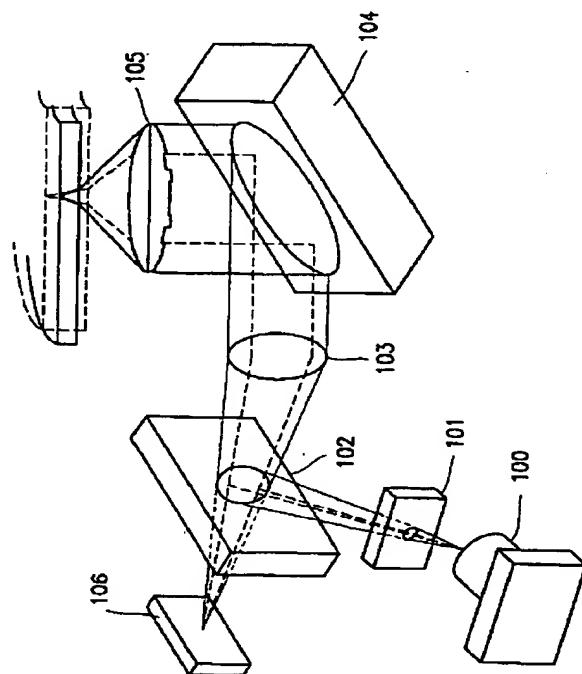
(54)【発明の名称】 光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用対物レンズ

ンズ

(57)【要約】

【課題】 焦点切り替え機構を簡単にすることが可能な光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の対物レンズで、製造コストが安く、一枚のレンズ又は二枚の簡単なレンズを利用して二重焦点を達成するため実質的にエネルギーの損失が零であることを特徴とする光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の対物レンズを提供することが本発明の課題である。

【解決手段】 前記対物レンズは所定の波長の光ビームを所定の焦点に集束するため各々非球面を有する4部分よりなる。第一の部分は前記の光ビームが第一焦点へ集束するための第一非球面を有する。第二の部分は前記の光ビームが第二焦点へ集束するための第二非球面を有する。第三の部分は第一非球面と同じ曲率特性と非球面係数を有し、第一焦点へ前記の光ビームが集束するための第三非球面を有する。又第四部分は第二非球面と同じ曲率特性と非球面係数を有し、第二焦点へ前記の光ビームが集束するための第四非球面を有するものである。前記対物レンズはいずれに集束してもエネルギー損失のない1枚のレンズとして製作可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の波長を有する光ビームを第一の焦点に集束する第一の非球面を有する第一部分；所定の波長を有する前記光ビームを第二の焦点に集束する第二の非球面を有する第二の部分；所定の波長を有する前記光ビームを前記第一の焦点に集束する第三の非球面を有し、その第三の非球面の開口数は前記第一の非球面の開口数によって決まる第三の部分；及び 所定の波長を有する前記光ビームを前記第二の焦点に集束する第四の非球面を有し、その第四の非球面の開口数は前記第二の非球面の開口数によって決まる第四の部分；からなる光ディスクドライブディバイス用の対物レンズ。

【請求項2】 前記第一、第二、第三及び第四部分は、前記第一部分が前記レンズの外端に配置され、前記第二部分が前記第一部分の内側に、前記第三部分は前記第二部分の内側に、そして前記第四部分は前記対物レンズの中心に配置された前記対物レンズの同心レンズ部分であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項3】 前記第一、第二、第三及び第四部分は、前記第四部分が前記レンズの外端に配置され、前記第三部分は前記第四部分の内側に、前記第二部分は前記第三部分の内側、そして前記第一部分は前記対物レンズの中心に配置された前記対物レンズの同心レンズ部分であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項4】 前記の所定の波長は650nmであることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項5】 前記の所定の波長は635nmであることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項6】 前記第一及び第三非球面の開口数は約0.6であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項7】 前記第二及び第四非球面の開口数は約0.35及び0.43であることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項8】 凸面集束性レンズと局部的に凹面発散性レンズからなり、その局部的に凹面発散性レンズは；所定の波長を有する光ビームを、前記凸面集束レンズと組み合わせる時、第一焦点に集束する第一非球面を有する第一部分；所定の波長を有する前記光ビームを、前記凸面集束レンズと組み合わせる時、第二焦点に集束する第二非球面を有する第二部分；前記第一非球面と同一の表面曲率特性と非球面係数を有し、所定の波長を有する前記光ビームを、前記凸面集束レンズと組み合わせる時、第一焦点に集束する第三非球面を有する第三部分；及び前記第二非球面と同一の表面曲率特性と非球面係数を有し、所定の波長を有する前記光ビームを、前記凸面集束レンズと組み合わせる時、第二焦点に集束する第四非球面を有する第四部分；よりなる光ディスクドライブディバイス用対物レンズ装置。

【請求項9】 前記第一、第二、第三及び第四部分は、

前記第一部分が前記レンズの外端に配置され、前記第二部分が前記第一部分の内側に、前記第三部分は前記第二部分の内側に、そして前記第四部分は前記対物レンズの中心に配置された前記局部的に凹面発散性レンズ部分の同心レンズ部分であることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項10】 前記第一、第二、第三及び第四部分は、前記第四部分が前記レンズの外端に配置され、前記第三部分が前記第四部分の内側に、前記第二部分は前記第三部分の内側に、そして前記第一部分は前記対物レンズの中心に配置された前記局部的に凹面発散性レンズ部分の同心レンズ部分であることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項11】 前記非球面曲率特性は曲率、円錐係数及び第四、第六、第八及び第十次数の変形係数を含むことを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項12】 前記所定の波長は650nmであることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項13】 前記所定の波長は635nmであることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項14】 前記第一及び第三非球面部分を平面とすることを特徴とする請求項8に記載の対物レンズ装置。

【請求項15】 前記第三非球面は前記第一非球面と同一の表面曲率特性及び非球面係数を有し、前記第四非球面は前記第二非球面と同一の表面曲率特性及び非球面特性を有することを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

【請求項16】 前記表面曲率特性及び非球面係数は曲率、円錐係数及び第四、第六、第八及び第十次数の変形係数を含むことを特徴とする請求項15に記載の対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、コンパクトディスクドライブの光ピックアップ用の対物レンズに関し、特に、本発明は2焦点レンズセットによる多層のデータ層を有する高密度ディスクの読み取りが可能なコンパクトディスクドライブの光ピックアップ用の対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスク、特にオランダのフィリップスコーポレーション並びに日本のソニーコーポレーションによって1970年代に創始されたコンパクトディスク(CD)は、各種の情報の記憶装置のカテゴリーに発展した。即ちこの装置はデジタルコンピュータ装置で検索可能なオーディオ、ビデオ、及びその他のテキスト又はグラフィック情報を含むデジタル情報を記憶するために広く使用されているものである。最初のオーディオCD及びコンピュータデータの記憶用CD-ROM、相

互に作用するマルチメディアプログラム規格のCD-I、ビデオプログラム記憶用VCD、SDCD（超密度コンパクトディスク）と尚開発中のDVD（デジタルビデオディスク）のようなその直接の後継品並びに誘導品は、すべて能率的な情報の記憶及び検索に重要な幾つかの特筆すべき特性を有する。これらにはデジタルの記憶、エラー訂正装置及びディスクの寿命がある。

【0003】それらの多方面の応用については光ディスクは、コンピュータプログラムとデータ及びマルチメディアプログラム用の記憶メディアの大容量記憶装置を含む一般用途のマイクロプロセッサに基く家庭用及び事務所用コンピュータ装置が好評を博している。デジタルデータ圧縮規格の開発と確立並びにパソコン用CD-ROMドライブの価格の引き下げを含め、デジタル信号処理技術の進歩がこれらの光ディスク装置の人気を増大させると、その人気が又更に高容量の光ディスク装置の開発の傾向を促進させている。

【0004】より高度の記憶密度手段を有する光ディスクにデジタルデータを簡単に記憶させるため、これらの光ディスクの読み書きを行う装置のより高度な光学的分解能を達成する必要がある。光学的分解能はディスクデータ処理に使用する光の波長並びに画像ピックアップに使用する対物レンズの開口数を含むファクタに直接左右される。特に高度な光学的分解能は短い波長と開口数が多くなければならぬ。しかし、開口数が多くなるとより正確な光学的配列を必要とするのが欠点である。開口数の多いレンズに対する画像のピックアップの光学的配列が悪いと画像の分解能が劣化する。これはその焦点面を最善の位置に調節出来ないからである。データ記憶用の光ディスクにアクセスする光ビームを正確に配列する助けになる1解決方法は光ディスクの透明基板の厚みを出来るだけ薄くすることである。

【0005】例えば、開発中の高密度デジタルビデオ光ディスク規格にはマルチメディアコンパクトディスク（MMCD）と0.6mmの厚みを有する光ディスク基板を使用するスーパーディスク（SD）があり、0.6の開口数を有する対物レンズを使用し、650nm又は635nmの波長のレーザー光によるイルミネイションデータ画像がある。従来のCDオーディオ（同じくCD-ROM）は0.45の開口数を有する光ピックアップ用対物レンズを使用し、1.2mmの厚みのディスク基板へ780nmの波長のレーザーを照射することが標準化されている。

【0006】従来のCD-ROMと新しいSDディスクの両方のデータのアクセス、即ち互換が可能な光ディスクドライブを作るには上記二つの光学的仕様の両方を処理できる光ピックアップを使用しなければならない。即ちかかる光ディスクドライブのピックアップヘッド用の二重焦点対物レンズを開発し、同じ光ディスクドライブで従来のCD-ROM又は新SDを使用できるようにす

ることである。

【0007】1個の光ピックアップヘッド用の二重焦点の能力を向上させるため今まで幾つかの技術が提案されている。最も目立つ3つの提案の1つは、それぞれ光学的な規格に適した2枚の対物レンズ間を機械的にスイッチする複雑なサーボ機構を使用している。二番目の技術はホログラフィック光学素子（HOE）技術を使用するもので、分極ビームスプリッタと円筒型レンズを組合せて1素子として二つの異なる光学的規格に対応するものである。第3の技術は、同じ目的で、対物レンズのホログラフィック二重焦点法を使用する。これらの公知技術の方法と装置を以下に簡単に説明する。

【0008】添付の図2は先行技術の二重対物レンズ機構の概要を示す斜視図であり光ディスク装置に二重焦点光ピックアップヘッドを出し入れするものである。図から解るように、その装置の光ピックアップヘッド用に二枚の対物レンズ12及び14を使用し2種類の光ディスクを操作できる。例えば、対物レンズ12は大きい開口数と短い焦点距離を必要とするSD規格のCDをアクセスするためのものであろう。他方もう一つの対物レンズ14は、比較的小さい開口数と長い焦点距離を必要とする従来のCD-ROMディスクのアクセスするためのものであろう。図には無いサーボ機構が2枚の対物レンズ12及び14の夫々の位置を定めて正確な点へと2枚の異なる形式のCD上にデータを配置する。同一の光の通路へ交互にスイッチを切替え可能な二枚の異なる対物レンズを使用すると一本の光源を二枚の対物レンズ用に光の通路を二つに分ける必要がないので光のエネルギー率は良いが不利な点も明らかである。

【0009】まづ第一に、CD規格から、ミクロンの範囲の調節が必要であるので精密にレンズを切り替えるサーボ機構が必要である。そのサーボ機構は方向を精密に調整するのに加え、位置を保持しなければならない。これは大量生産で安くすべきディスクドライブのコストを上げることになる。二番目には、1個のディスクドライブに対し1枚でなく、2枚の対物レンズが必要であり製造コストが増加する。

【0010】図3A及び3Bは対物レンズ24に加えHOEレンズ22を使うことを示し、二重レンズ機構と比較し、1枚の対物レンズを使用して一つの光の通路に二重焦点をつくるための零及び1のオーダーの光の夫々の通路の概要を示す。図面から判るように、このHOE多重焦点方法は従来の対物レンズ24の前の照射光の通路に置かれたHOEレンズ22を使用し、そのHOEレンズ22の格子を通過する零オーダーの光26を対物レンズ24でSDデータの画像の層のある光ディスク28の深いところに集束する。他方、前記HOEレンズ22があるための第一オーダーの回折光はHOEレンズ22を出るとき幾分発散し、又対物レンズ24でCDデータ画像層のある光ディスク29の深いところに集束する。図3Cは

HOEレンズ22の断面拡大図である。HOEはスリット格子により回折が起こる。原則的には、階段型のスリット格子は高い光通路光エネルギー効率の維持には有利である。図3Cの実施例では全部で4つのスリット格子レベルが使用されている。

【0011】本質的に、このHOE多重焦点方式はホログラフィック格子における回折によってできる第一オーダ光は発散するが、零オーダ光は発散しないということを利用している。一つの光源と一枚の対物レンズを使用して二つの焦点距離は可能であり、零オーダの光で非常に高度の画像分解が達成できるがこの方式にも欠点がある。第一に、HOEレンズはレンズに回折格子をつくるので比較的製造が困難である。4レベルの階段式格子は大体良好な画像をつくるが光ディスクドライブ用のレンズ装置のコストを大幅に上昇させる。第二にその光エネルギー効率はHOE多重焦点方式を使用するので低下する。図3Cに示す4段式レベルを有する格子に対して約24%の損失は避けられない。

【0012】図4Aは対物レンズのホログラフィック多重焦点方式の先行技術装置の概略断面図である。この方式は図3AとBのHOEレンズ22と対物レンズ24の組み合わせを単に使用するものと考えることができる。図3AとBのレンズ22と24と同一の作動原理に基づき、光学的に組合せたホログラフィック二重焦点対物レンズはCDとSDディスク両方の基板に二重焦点を結ぶ。図4Bは二重焦点用に、前記HOE多重焦点方式を使用する1ビームの光ピックアップヘッドの実施例を示す。レーザビームはレーザダイオード32で発生させ、ビームスプリッタ34で反射させ、零オーダの光でSD光ディスクのデータ画像層上に前記ホログラフィック二重焦点対物レンズにより焦点を結ぶ。

【0013】他方、レーザビームの回折した第一オーダ部分も同様に、もしあれば、CDの光ディスク19のデータ画像層上に焦点を結ぶ。いずれの場合もディスク38か39のいずれかのデータ画像層で反射される画像ビームはビームスリッタ34を通過しホトティクタ35で感知する。上記のように、光学的に組み合わされたシングルの対物レンズ及びHOEレンズであるホログラフィック二重焦点対物レンズは従来のCD互換可能な光デ

$$Z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16} + Hh^{18} + Jh^{20} \quad (1)$$

【0018】但し、

Z : Z軸上の位置を示す。

c : 非球面の曲率

k : 円錐係数、但し

k = 0 は非球面を示す。

-1 < k < 0 は梢円面を示す。

k = -1 は放物面を示す。

ィスクドライブの光ピックアップヘッド中の対物レンズの直接交換用として十分に利用できる。これらのCDドライブの他の部分はこのHOE技術のレンズに合わせるために交換する必要はないが、そのドライブには幾つかの欠点がある。先ず第一に、上記のようにHOE技術のレンズは作るのが難しく、第二にHOEレンズは光エネルギーのロスが約24%で効率が良くない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従つて、焦点切り替え機構を簡単にすることが可能な光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の対物レンズを提供するのが本発明が解決しようとする主要な課題である。更に、簡単で製造コストの安い光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の対物レンズを提供するのも本発明の課題である。又更に、一枚のレンズ又は二枚の簡単なレンズを利用して二重焦点を達成するため実質的にエネルギーのロスが零であることを特徴とする光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の対物レンズを提供するのも本発明の課題である。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を光ディスクドライブ用の対物レンズを提供することにより解決するものである。即ち、その対物レンズは所定の波長の光ビームを所定の焦点に集束するため各々非球面を有する4部分よりなる。第一の部分は前記の光ビームが第一焦点へ集束するための第一非球面を有する。第二の部分は前記の光ビームが第二焦点へ集束するための第二非球面を有する。第三の部分は第一非球面と同じ曲率特性と非球面係数を有し、第一焦点へ前記の光ビームが集束するための第三非球面を有する。又第四部分は第二非球面と同じ曲率特性と非球面係数を有し、第二焦点へ前記の光ビームが集束するための第四非球面を有するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】本願発明の好ましい実施例の詳細を説明する前に、デカルト座標系における非球面レンズを説明する基礎方程式を下記の通り数学的に概説する。

【0017】

【数1】

k < -1 は双曲面を示す。

A, B, C, D, E, F, G, H及びJは夫々4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18及び20次の変形係数を示す。

hは原点、即ち $h^2 = x^2 + y^2$ からの $x - y$ 面上の距離を示す。

【0019】上記の方程式(1)において、非球面表面

曲率 c 、円錐係数 k 、変形係数 A, B, C, D, E, F, G, H 及び J は組合せられて非球面レンズの表面特性を決定する特性のパラメータである。従って、これらの係数は通常非球面特性係数として引用する。特定の波長の光源に対する非球面レンズの焦点は、レンズの製造材料、開口数、表面の非球面特性係数、レンズの厚み等からなるパラメータによって決定する。

【0020】本発明の好ましい実施例の光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用の二重焦点対物レンズ組立てを図5に示す。光ディスクの透明な基板の異なる深さに二つの焦点を有するレンズ組立てを形成する二重凸面レンズ40と一重凹面レンズ42の組合せを示す断面図である。レンズ40とレンズ42の凸面及び凹面はそれぞれ非球面である。特にレンズ42の二重平面部分44を通過し、二重凸面レンズ40で集束される第一ビームである所定の波長を有する照明光の部分光は前記光ディスク基板の0.6mmの深さのSDデータ画像層上に焦点を結ぶ。この光の通路を太線で概略を示す。これと対照的に、レンズ42の一重凹面部分46を通過する第一ビームである照明光の部分光も二重凸面レンズ40で集束され光ディスク基板の1.2mmの深さのCDデータ画像層上に焦点を結ぶことを仮線（点線）で示す光の通路を概説する。照明光の第二部分光は、また再び二重凸面レンズ40で集束される前にレンズ42の一重凹面部分46が光を分散するので、第一部分光よりも焦点距離が長くなる。両方のレンズ40及び42の非球面曲率を適切に選択すれば、光コンパクトディスクの透明な基板内部夫々0.6mm及び1.2mm上に二つの焦点を結ばせるのは決して困難ではない。

【0021】図6は、本発明の好ましい実施例による光ディスクドライブの光ピックアップヘッド用二重焦点対物レンズを示す。二重焦点対物レンズ50は基本的には部分52と54で示す異なる表面曲率の二つの同心部分を有する一枚のレンズである。両方の同心部分は基本的に非球面であり、部分54は部分52より大きい表面曲率を有する。

【0022】操作にあたってはレンズ50の部分54を通る所定の波長の照明光の部分光は光ディスク基板の

0.6mmの深さのSDデータ画像層上に焦点を結ぶ。この光の通路は図面に点線で概略を示す。対照的にレンズ50の部分52を通る照明光の部分光は光ディスク基板の1.2mmの深さのCDデータ画像層上に焦点を結ぶ。この光の通路は図面に実線で概略を示す。照明光のこの第二の部分光は、レンズ50の部分54の曲率が部分52の曲率より大きいので第一の部分光より焦点距離が長い。上記のように両方の部分52及び54の非球面曲率を適切に選択すれば光コンパクトディスクの透明な基板内部夫々0.6mm及び1.2mm上に二つの焦点を結ばせるのは容易である。

【0023】図5及び6は、本発明の好ましい実施例による光ピックアップヘッド用の二重焦点対物レンズの二つの設計配列を示すが、一つの光源をコンパクトディスクの二つの異なる仕様、即ち実施例ではSD及びCD規格、のデータの出し入れに使用するので、SD仕様に対しては650nm又は635nmの短い波長を使用するのが好ましい。

【0024】本発明の二重焦点対物レンズは下記のように優れた画像集束効果を有する。一重焦点レンズで集束する異なる省略度を有するガウスのビームは下記の方程式で決定する大きさを有する焦点面上のスポット中に像を結ぶ。

【0025】

【数2】

$$\text{スポットサイズ} = 2 \times r = 2 \times C \times \frac{\lambda}{NA} \quad (2)$$

【0026】但し、

NA : $n \sin \theta$ (θ は最大集束細まり角で n は反射率) に等しい開口数。

λ : 波長

C : 焦点面のスポットに焦点を結ぶ異なる打切り度を有するガウス・ビームのエネルギー密度に関する係数。C係数の値が大きくなると、焦点を結ぶスポットの大きさは大きくなる。

【0027】

【表1】

h^2	0.	0.693	1.	1.2	1.5	2.0	3.0	4.5	8.
FWHM	0.258	0.266	0.270	0.273	0.277	0.283	0.298	0.323	0.387
$1/e^2$	0.409	0.424	0.431	0.435	0.442	0.455	0.482	0.526	0.643
第一次回折リング	0.610	0.641	0.656	0.664	0.680	0.710	0.780	0.925	none

【0028】但し、 h : 対物レンズを通る前のガウスのビーム用の打切り面パラメータ。 $(h^2 = 0)$ は均一な照明を示し、 $h^2 = 0.693$ はガウスの強度分布の値の半分を示す。)

FWHM : 対物レンズを通過した後、焦点を結んだスポット

の画像のエネルギーは $1/2$ となる。

$1/e^2$: 対物レンズを通過した後、焦点を結んだスポットの画像のエネルギーは $1/e^2$ (14%) となる。

第一次の回折リング : 対物レンズを通過し、第一次の回折が発生した時。

【0029】上記の方程式(2)及び表1から、スポットの大きさは、そのスポットの照明強度によるのは明らかである。光ディスクドライブ用の光ピックアップ・ヘッドに応用するためには、同じ照明強度即ち同じ光エネルギーに基づきスポットの大きさは小さくするのが良いのは明らかである。

【0030】図7Aは一焦点の非球面対物レンズの平面図を示す。このレンズは、比較的短い焦点距離を有するSDデータ画像層に焦点を結ぶように設計されている。図7Bは二枚の同心非球面レンズからなる二重焦点対物レンズの平面図である。更に、図7Cは本発明の好ましい実施例による二重焦点非球面対物レンズの平面図である。図7Dに示すレンズは上記図6で説明したものに類似している。しかし、図7Cに示す一枚のレンズは図6の2部分のレンズより複雑である。部分60及び62に加え、図6のものに、更に二つの非球面の表面部分64及び66を加えたものである。全部で四つの非球面の表面部分が組合わされて光ピックアップヘッド用の対物レンズを形成する。図7Cの平面図から、四つの部分は同心円に見えるのが判る。

【0031】図7Cのシングルレンズの四つの異なる部

	図7(A)のレンズ	図7(B)のレンズの部分61	図7(C)のレンズの部分60と64
FWHM	0.544	0.432	0.470
$1/e^2$	0.870	0.670	0.736
第一次回折リング	0.8%	13%	6.22%

【0034】図8と表2は図7Aの一焦点対物レンズを通過する光が図8の山形模様70にはっきり見られるように第一次の回折がないのが特徴である。この焦点合わせは同じ光エネルギー強度で最大のスポットの大きさとなるのが特徴である。他方、図8の山形模様72は図7Bのレンズの縁部分61の回折特性を示す。この部分のレンズのスポットの大きさは最小であるが、過大の回折リングを有する。その回折リングは大きすぎるので、実際には余り使えない。最後に図8の山形模様74は図7Cのレンズの縁部分60と内部部分64の回折特性を表す。この部分のレンズはエネルギー強度が同じ時は、図7Aのレンズよりも小さいスポットの大きさを有し、その回折リングも又小さい。

分60、62、64及び66の表面曲率を適切に設計計算することにより、同一の非球面の中心、厚み及び開口数を部分60と64に配分し、又同一の非球面曲率、厚み、開口数を部分62と66に配分可能である。これにより四つの部分60、62、64及び66で二つの異なる焦点距離を有するレンズの製作が可能となる。重要なことは縁の部分60と内部の部分64はSDディスクへのアクセスに適切な0.6mmの同じく短い焦点距離と0.6の開口数を有することである。

【0032】他方、前記の縁部分から第二の部分62及び一番内部の部分66はCDディスクへのアクセスに適した1.2mmの同じく長い焦点距離と0.38と0.43の間の開口数となるようとする。部分62と64の開口数の範囲を保つ理由は短い波長の照明光を利用して良い効果を出すためである。図7Aのレンズ全面、図7Bのレンズの部分61又は図7Cのレンズの部分60及び64それぞれを通過する光ビームの集束する光学的強度の比較の概要を図8及び下記の表2に記載する。

【0033】

【表2】

【0035】図7A及び7Cに記載した長い焦点距離及び短い焦点距離のレンズ部分を経由して焦点を結ばせて形成した照明スポットの大きさの比率を表3に記載する。この表から明らかのように、シングルレンズの長い径の部分及び短い径の部分が少し変動しても焦点距離の短いレンズ部分を通過する光の部分の光の強度及びスポットの大きさには余り影響しない。大きく影響するファクタは問題の一枚物のレンズの長い焦点距離及び短い焦点距離を形成する個々の部分の全体の数である。一般的に、個々の部分の全体の数が増えると画像の結果は良くなる。

【0036】

【表3】

	図7 (A)	図7 (B)		図7 (C)	
影の部分	なし	0.0-2.62 mm	0.0-3.0 mm	2.62-2.0 mm 0.0-1.5 mm	3.0-2.0 mm 0.0-1.5 mm
FWHM	0.544	0.432	0.412	0.470	0.460
$1/e^2$	0.870	0.670	0.636	0.736	0.722
第一次回折リング	0.8%	13%	14.6%	6.22%	5.04%

【0037】但し、表3の“影の部分”は短い焦点距離のレンズ部分の遮蔽と同じ効果を有するレンズの長い焦点距離部分の径の範囲を表す。照明光が図7B及び7Cにおける長い焦点距離を有するレンズ部分、即ち図7Bの部分6.3と図7Cの部分6.2と6.4、を通る時の、光の強度とスポットの大きさに関するパラメータを下記の表4に記載する。図7B及び7Cの両レンズ部分に対応

	図7 (B)		図7 (C)	
影の部分	なし		1.5-2.0 mm	
対物レンズパラメータ	NA=0.38 D=2.62 mm	NA=0.43 D=2.89 mm	NA=0.38 D=2.62 mm	NA=0.43 D=2.89 mm
FWHM	0.264	0.265	0.263	0.258
$1/e^2$	0.419	0.422	0.422	0.412
第一次回折リング	1.34%	1.26%	0.1%	0.4%

【0039】但し、“影の部分”の場合は長い焦点距離のレンズ部分の遮蔽と同じ効果を有するレンズの短い焦点距離部分の径の範囲を表し、Dはレンズの長い焦点距離部分の径である。次に、図10Aと図10Bを比較すると、図10Aは図7Cのレンズの短い焦点距離の部分の径の関数として光エネルギー強度分布を示すのに対し、図10Bは図7Cのレンズの長い焦点距離部分の分布を示す。図10A及び10B両方の影の部分は、照明光が短い焦点距離及び長い焦点距離の焦点面に夫々集束する部分を表す。

【0040】図10Aと図10Bの二つのエネルギー分布の形状から、これらを組合わせて一つの平滑な形状にすることができる。これは図7Cのレンズの焦点面に焦点を結ぶ光エネルギー強度が、短い焦点距離及び長い焦点距離部分を含め、ほぼ奇麗に二つの部分に分離されることを示す。言い換えれば、レンズの短い焦点距離部分及び長い焦点距離部分は照明光の出す光エネルギーを補完的に消費する。一枚もののレンズの二つの焦点部分間で光エネルギーを分割するためにレンズ装置を使用しても光エネルギーは消費しない。従来のHOE技術によるレンズは照明光源が提供する光エネルギー

する山形模様を夫々図9A及び図9Bに示す。図9A及び図9Bを検討すると、短い焦点距離及び長い焦点距離のレンズ部分の径の範囲が多少調節されても光の強度並びにスポットの大きさには変化のないことが判る。この形状では第一次の回折光はほとんど観察できない。

【0038】

【表4】

一の約24%を消費する。上記のように本発明の二重焦点レンズの製造技術によれば先行技術によるレンズよりも優れた特性を有し、複数のレンズを使用するレンズ機構にも同様に使用可能であることがわかる。例えば、一枚の二重凸レンズと部分分散レンズを含むレンズ装置は、関係する非球面が夫々適切な曲率を有することを条件としてエネルギー消費なしの二重焦点距離を達成することができる。実際には、簡単にするために、二つの焦点の内で短い焦点に等しい焦点距離の二重凸レンズと最初の分散レンズと組み合わせることができて、二つの焦点距離の内、長い方を生成するために適切な分散特性が必要な部分を有する平面レンズを使用すると、優れた二重焦点レンズ装置となり製作が簡単で安価である。

【0041】

【実施例】図1は本発明の好ましい実施例に記載の二重焦点対物レンズを有する光ピックアップヘッドの配列を示す斜視図である。格子101を通過する光ビームを発生する光源としてレーザダイオード100を利用する。その光はビームスプリッタ102で反射されコリメータレンズ103を通過して折り畳み鏡104へ向って進む。この光のビームはそれから図7Cに示す本発明の二

重焦点レンズ105により集束し、アクセスするデータの光ディスクの基板中0.6又は1.2mmの適切な深さに焦点を結ぶ。データポットがあれば反射光はレンズ105を経由して帰り、折り畳み鏡104で反射されビームスプリッタ102を通って最後にホトティクタ106に入る。

【0042】図7Cに示す本発明の二重焦点対物レンズを、下記の表5に示す非球面特性、厚み等を含むレンズパラメータで計算するコンピュータソフトウェアプログ

ラムにて解析する。表5の特性を有する二重焦点対物レンズは図1に示す光ピックアップヘッドに使用する。異なる曲率特性と非球面係数の四つの非球面を有する一枚物のレンズの四つの部分は前記レンズの入射面に形成するのでレンズの射出屈折面のみの非球面でよい。表5に関係部分の異なる開口数を記載する。

【0043】

【表5】

	部分1及び3	部分2及び4	部分2及び4
開口数	0.60	0.38	0.43
焦点	3.37 mm	3.44 mm	3.36 mm
座	4.04 mm	2.62 mm	2.89 mm
厚み	2.60 mm	2.50 mm	2.15 mm
1/曲率	2,17000	2,24668	2,19390
円錐係数	-1.041422	-1.0009525	-0.986959
第四次 変形係数	0.682912E-2	0.654792E-2	0.676608E-2
第六次 変形係数	0.185375E-3	0.125891E-3	0.135219E-2
第八次 変形係数	0.123534E-4	0.255350E-4	0.300978E-4
第十次 変形係数	-0.198067E-5	-0.292505E-5	-0.371438E-5
1/曲率	-6.73803		
円錐係数	-47.796398		
第四次 変形係数	0.344686E-2		
第六次 変形係数	-0.109217E-2		
第八次 変形係数	0.180174E-3		
第十次 変形係数	-0.109326E-4		

【0044】図11は、画像の高さと、多くの異なるタイプの対物レンズ機構に対する影響された波面の画像エラーとの間の関係を数個の特性曲線で示す。横軸は画像の高さを示し、縦軸は影響された波面の画像エラーを示す。曲線110はシングルレンズの特性であり、シングル系は最大量の組立てエラーを許容できる。即ちシングルレンズ系では波面の画像エラーは最小である。上記の表5に記載の特性値の対物レンズで番号116は二番目

の許容値を有する。HOE技術(図3Bに示す)で製造した別の対物レンズで番号114は可なり悪い値である。二枚のレンズを必要とするレンズ装置、即ち番号112は最悪の特性である。図11の水平な線118は対物レンズの設計に対し許容できる波面の画像エラーを表す。本発明の二重焦点レンズはシングル焦点レンズと同等の優れた性能を有し組み立て許容量0.12mmまで許容できる。

【0045】

【発明の効果】本発明は異なる非球面を有する四つの部分を持つ一枚の対物レンズの使用に限定するものではない。又本発明は一枚のレンズで非球面を多く有する同心構造に限定するものでもない。同心で二つの異なる焦点距離を特徴とする更に多くの異なる非球面部分も可能であり、本発明の開示の範囲内にある。即ち、本発明の一枚で二重焦点の対物レンズは従来技術の多レンズ装置に対し少なくとも下記の効果を有する。

1. 本発明の二重焦点対物レンズは複雑な機械的レンズ切り替え機構を必要とするのでディスクドライブが簡単に製造が容易になる。
2. 従来のHOEレンズのエネルギー損失を防止できる。

3. 本発明の二重焦点レンズは開口数が増加してもスポットの大きさは小さく、本発明のレンズを使用して光ピックアップヘッドのデータ画像能力を増大できる。

本発明を実施例で説明したが、本発明は開示した実施例に限定するものではなく、特許請求の範囲内にある各種の変形及び類似の配列を包含する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による二重焦点対物レンズを特徴とする光ピックアップヘッドの配列の概要を示す斜視図である。

【図2】二重焦点の光ピックアップヘッドでアクセスを行う従来技術の二重対物レンズ機構の概要を示す斜視図である。

【図3】(A) HOEレンズと一枚のシングル対物レンズを使用し一つの光の通路に二重焦点を結ぶ零次の光モードの対物レンズとを使用する従来技術の概要を示す。

(B) HOEレンズと一枚のシングル対物レンズを使用し一つの光の通路に二重焦点を結ぶ第一次の光モードの対物レンズとを使用する従来技術の概要を示す。

(C) 図3の(A)及び(B)に示すHOEレンズの拡大断面図を示す。

【図4】(A) 従来技術の対物レンズのホログラフィック二重焦点法の断面図である。

(B) 二重焦点を容易にするためHOEの二重焦点法を使用する従来の1ビームの光ピックアップヘッドの概要を示す。

【図5】本発明の実施例による光ディスクドライブディバイスの光ピックアップヘッド用の二重焦点対物レンズ装置の概要を示す。

【図6】本発明の別の実施例による光ディスクドライブディバイスの光ピックアップヘッド用の二重焦点対物レンズ装置の概要を示す。

【図7】(A) 1重焦点非球面対物レンズの平面図を示す。

(B) 2枚の同心円非球面レンズよりなる二重焦点対

物レンズの平面図である。

(C) 本発明の実施例による二重焦点非球面対物レンズの平面図である。

【図8】図7(A), (B)及び(C)のレンズ部分の回折特性の山形模様を示す。

【図9】(A) 図7(B)のレンズ部分の山形模様を示す。

(B) 図7(C)のレンズ部分の山形模様を示す。

【図10】(A) 図7(C)のレンズの短い焦点距離部分に対するレンズの径の関数として光エネルギー強度分布を示す。

(B) 図7(C)のレンズの長い焦点距離部分に対するレンズの径の関数として光エネルギー強度分布を示す。

【図11】各種の対物レンズ装置の画像の高さと波面の画像エラーとの関係を示す。

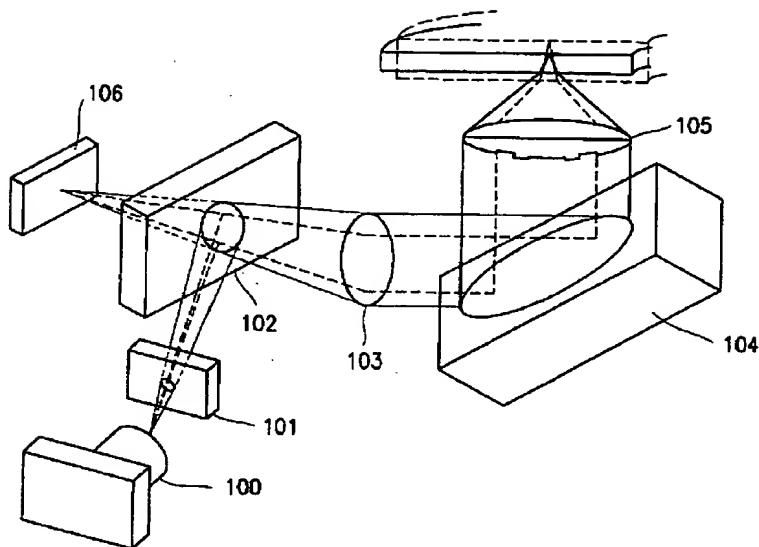
【符号の説明】

1 2	対物レンズ
1 4	対物レンズ
2 2	HOE (ホログラフィックオプティカルエレメント) レンズ
2 4	対物レンズ
2 6	零次の光
2 7	第1次の光
2 8	光ディスク
2 9	光ディスク
3 0	ホログラフィック二重焦点対物レンズ
3 2	レーザダイオード
3 4	ビームスプリッタ
3 5	ホトディテクタ
3 6	ホログラフィック二重焦点対物レンズ
3 8	SD光ディスク
3 9	CD光ディスク
4 0	二重凸面レンズ
4 2	一重凹面レンズ
4 4	二重平面部分
4 6	一重凹面部分
5 0	二重焦点対物レンズ
5 2	異なる表面曲率を有する同心部分
5 4	異なる表面曲率を有する同心部分
6 0	外側の同心非球面部分
6 1	外側の同心非球面部分
6 2	外側から2番目の同心非球面部分
6 3	同心非球面部分
6 4	内側の同心非球面部分
6 6	一番内側の同心非球面部分
7 0	山形模様
7 2	山形模様
7 4	山形模様
1 0 0	レーザダイオード

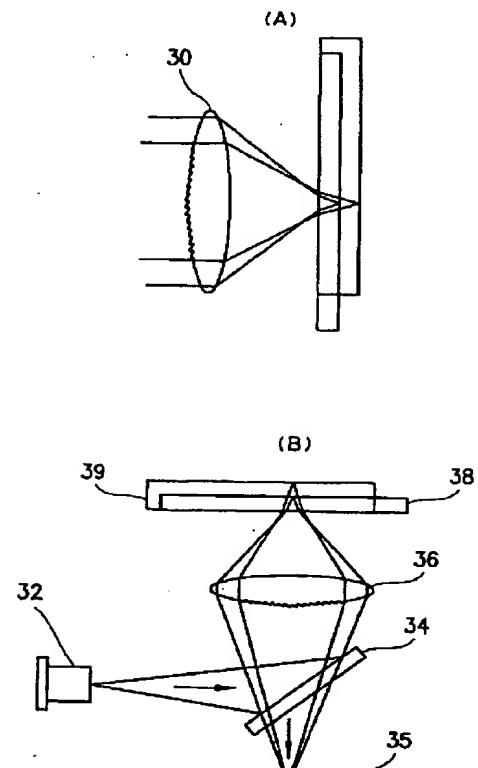
101 格子
 102 ビームスプリッタ
 103 コリメータレンズ
 104 折り畳みミラー
 105 二重焦点レンズ
 106 ホトディテクタ

110 シングルレンズの特性曲線
 112 2枚組レンズの特性曲線
 114 H.O.Eレンズの特性曲線
 116 対物レンズの特性曲線
 118 許容可能な波面の画像エラー

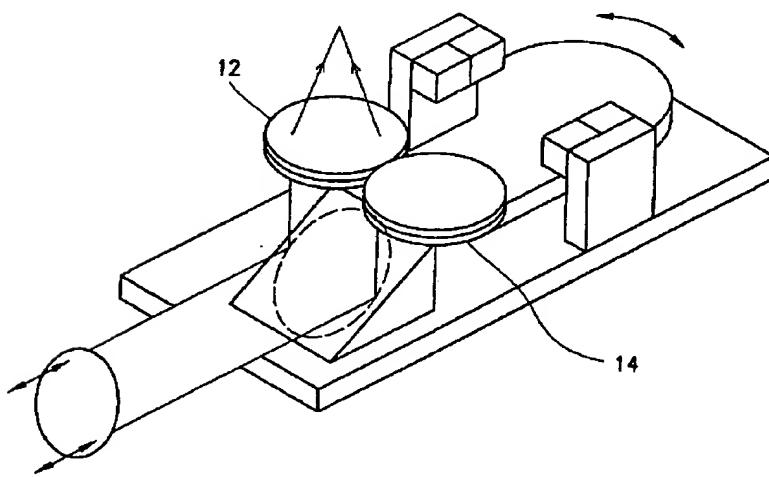
【図1】



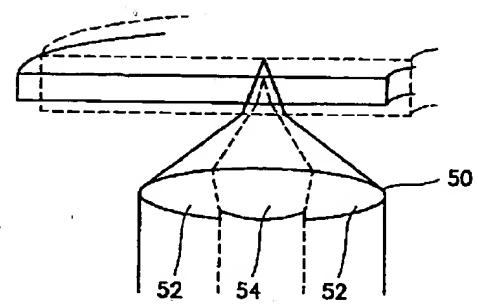
【図4】



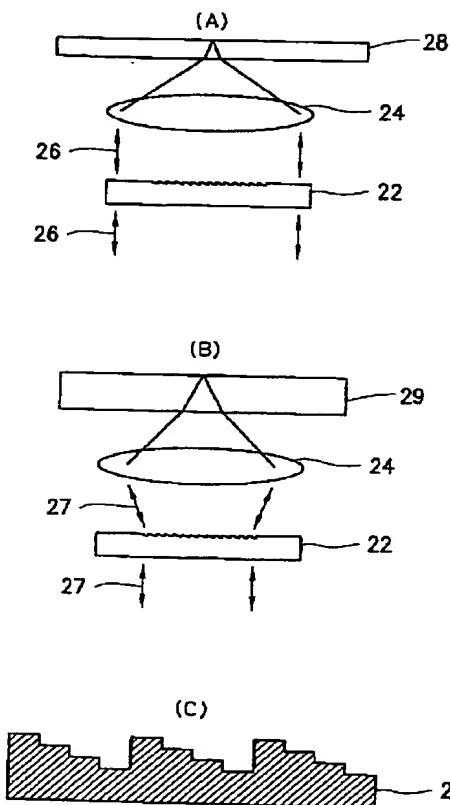
【図2】



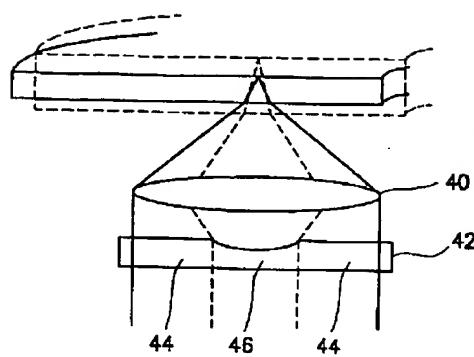
【図6】



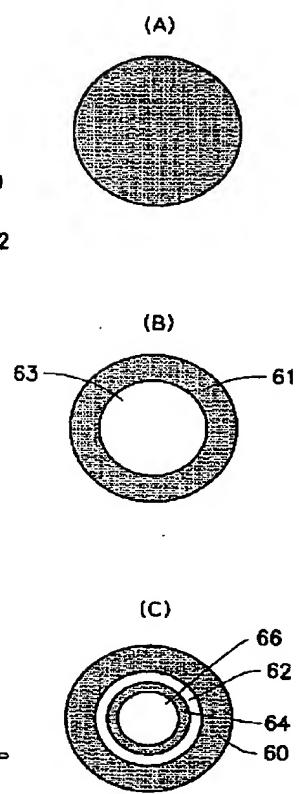
【図3】



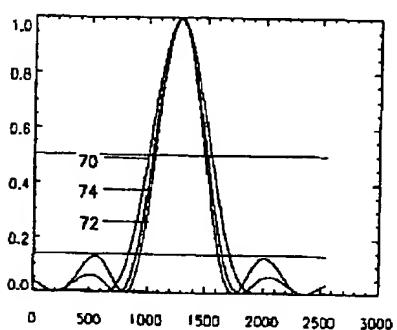
【図5】



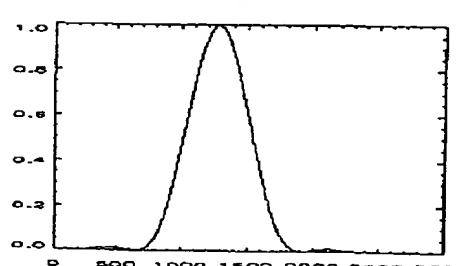
【図7】



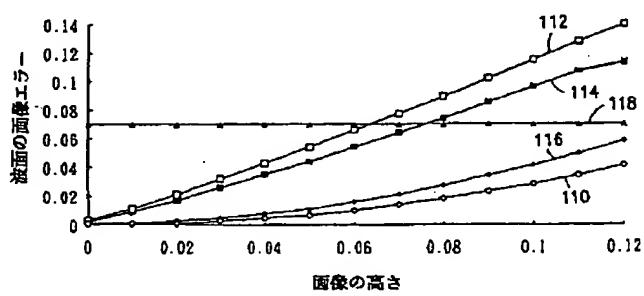
【図8】



【図9】



【図11】



【図10】

